

EMPALMES MECANICOS EN BARRAS DE REFUERZO



1. Introducción

En estructuras de concreto reforzado (vigas, columnas, muros), el acero de refuerzo suele requerir **continuidad** para transmitir esfuerzos axiales, flexión y corte a lo largo del elemento. Dado que las barras comerciales tienen longitudes limitadas, es necesario implementar uniones entre tramos de refuerzo. Los **empalmes mecánicos** son uno de los métodos más eficaces para lograr esta continuidad de forma estructuralmente segura.

Esta práctica se rige, en Colombia, principalmente por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente **NSR-10**, especialmente en su Título C – Concreto Estructural, y por las normas técnicas específicas del acero de refuerzo, entre ellas la **NTC 2289**.

2. Marco Normativo

2.1 NSR-10 – Reglamento de Construcción Sismo-Resistente

La **NSR-10** es el reglamento de construcción vigente en Colombia que establece los requisitos mínimos para el diseño y construcción de estructuras sismo-resistentes. El Capítulo C del Título C contiene las disposiciones relativas al concreto estructural, incluyendo el desarrollo del refuerzo y los empalmes.

2.1.1 Empalmes mecánicos según NSR-10

La NSR-10 permite el uso de empalmes mecánicos y soldados además de los empalmes por traslapeo tradicionales.

Los empalmes mecánicos deben ser capaces de desarrollar la resistencia necesaria para soportar esfuerzos por debajo de la capacidad total de la barra empalmada.

Específicamente, los empalmes mecánicos completos, cuando están diseñados para trabajar a tensión o a compresión, deben ser capaces de desarrollar, al menos, 1.25 veces la resistencia a la fluencia (f_y) de la barra de refuerzo.

Esta exigencia asegura que el empalme no sea el elemento crítico de falla bajo las solicitaciones de diseño en servicio o en condiciones sísmicas severas.

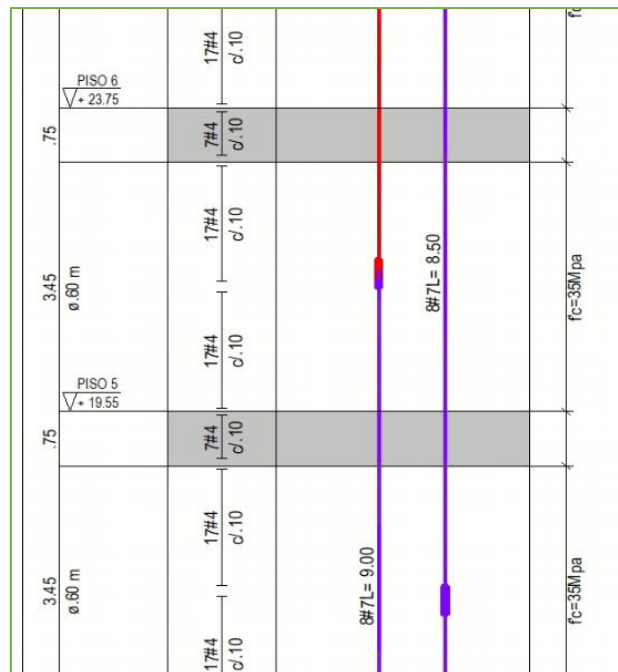
2.2 Normas Técnicas Colombianas (NTC)

Las NTC son normas técnicas oficiales que especifican las características que deben cumplir materiales, procesos y procedimientos en la construcción. En este contexto son relevantes:

* **NTC 2289** – Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto: establece las propiedades mecánicas y químicas del acero de refuerzo (grado 60, con una resistencia mínima a la fluencia ≈ 420 MPa), lo cual es fundamental para garantizar el desempeño correcto de empalmes mecánicos.

* **NTC 4040** – Soldadura – Procedimiento de soldadura para acero de refuerzo: especifica los procedimientos de soldadura al gas y eléctrico que deben emplearse cuando se usan empalmes soldados en lugar de mecánicos. ([Cementos cauca][2])

Aunque la NTC 2289 no prescribe directamente el diseño de empalmes mecánicos, su referencia de propiedades del acero de refuerzo es esencial para la verificación de capacidad del empalme y de la barra base.





3. Conceptos Fundamentales de Empalmes en Refuerzo

3.1 Tipos de empalmes

Empalmes por traslapo (lap splice):

Son uniones donde las barras se traslapan longitudinalmente y se sujetan con estribos o ataduras. La longitud de traslapo depende del diámetro de la barra, la resistencia del concreto, la configuración del refuerzo y las condiciones de carga. ([Profesor Michel][1])

Empalmes mecánicos:

Son dispositivos fabricados industrialmente (acoples, conectores roscados, etc.) diseñados para transmitir esfuerzos entre dos barras.

Ofrecen continuidad de esfuerzos **sin requerir largos traslapos**, reduciendo congestión de acero en zonas críticas (por ejemplo en intersecciones de vigas-columnas).

Pueden usarse en cualquier localización del elemento estructural siempre que se cumpla con los requisitos de capacidad de diseño.

4. Aplicación en Elementos Estructurales

4.1 Vigas

En vigas, los empalmes ocurren típicamente en zonas de momentos relativamente bajos o donde el diseño lo indique:

Barras de tracción longitudinal: los empalmes suelen ubicarse en zonas de esfuerzo reducido, fuera de las regiones de máxima solicitación.

En la práctica sísmica, se recomienda o se especifica que los empalmes mecánicos en vigas estén fuera de las regiones donde se espera ductilidad elevada, a menos que se utilicen dispositivos tipo "Tipo 2" aprobados para zonas de mayor ductilidad.

4.2 Columnas

En columnas, los empalmes mecánicos deben cumplir con criterios más estrictos de capacidad y ductilidad:

La NSR-10 generalmente limita la colocación de empalmes en regiones donde se espera comportamiento no lineal bajo sismo (p. ej., regiones plásticas cercanas a los apoyos), salvo que se usen empalmes con capacidad verificada para disipación de energía.

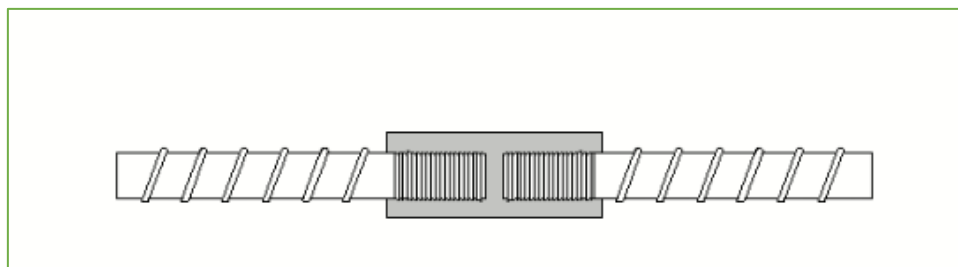
Esto incluye que los empalmes mecánicos tipo 2 (que son capaces de desenvolverse en áreas de alta deformación) puedan usarse en zonas donde se prevé comportamiento sísmico inelástico.

4.3 Muros

Para muros estructurales, los criterios son similares a los de columnas:

Los empalmes mecánicos deben cumplir requisitos de capacidad de transmisión de esfuerzos y se colocan siguiendo las recomendaciones de diseño y detallado estructural, considerando la rigidez y la continuidad del refuerzo vertical en muros de carga.

En muros con capacidad sismo-resistentes, la ubicación de empalmes debe responder a criterios de ductilidad y redundancia estructural establecidos por la NSR-10.



5. Ventajas y Consideraciones de Uso de Empalmes Mecánicos

Ventajas técnicas

Reducción de congestión de acero, especialmente en nudos de vigas-columnas.

Control de calidad superior respecto a empalmes por traslapeo in situ.

Mayor facilidad para unir barras de diversos diámetros con adaptadores especializados.

Requisitos de diseño

Los empalmes deben diseñarse y seleccionarse para que transmitan esfuerzos de tracción y compresión con la capacidad requerida por la NSR-10.

En zonas con altas solicitaciones sísmicas o de alta ductilidad se recomienda especificar empalmes con certificación o ensayos que demuestren su desempeño bajo ciclos de carga.

Inspección y control de obra

La correcta instalación de empalmes mecánicos requiere inspección directa en obra, verificación de compatibilidad de diámetro y tipo de barra, y cumplimiento de tolerancias geométricas.

Documentación de pruebas de carga o certificaciones del fabricante ayuda a cumplir exigencias de aceptación de obra.

6. Conclusiones

1. Los empalmes mecánicos son una solución normativamente aceptada por la NSR-10 para garantizar continuidad estructural en barras de refuerzo en elementos de concreto reforzado (vigas, columnas, muros).
2. La norma exige que estos empalmes desarrollen al menos $1.25 f_y$ de la barra bajo tensión o compresión, lo que los hace comparables o superiores a las uniones por traslape tradicionales.
3. La NTC 2289 define las propiedades mecánicas de las barras de refuerzo que sirven como base para diseñar y verificar la capacidad de los empalmes.
4. En zonas de amenaza sísmica alta y regiones con ductilidad elevada, se recomienda usar empalmes mecánicos tipo verificado que asegure buen comportamiento bajo deformación cíclica.

Algunas marcas y referencias que pueden ser empleadas son:

- RAMALZA: F_{max}
- RAMALZA: Tipo 2
- DAYTON: D310 Taper Lock
- ROSEM: Roscado
- SMARTCOUPLERS MG: PTRC

Estas son sugerencias y para cada caso se debe consultar con su proveedor.